

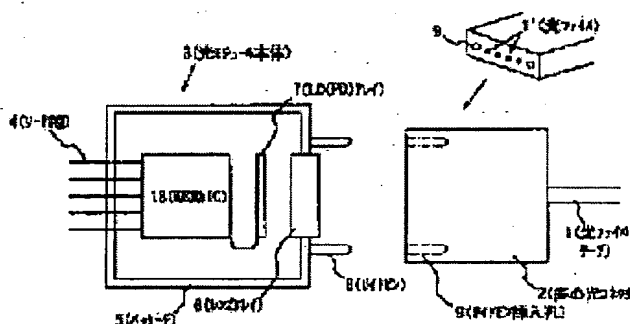
MULTI-FIBER OPTICAL MODULE AND ITS PRODUCTION

Patent number: JP9243867
Publication date: 1997-09-19
Inventor: ISHIDA HIDETOSHI; OGAWA SHINJI; KAKII TOSHIAKI
Applicant: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
Classification:
 - international: G02B6/42
 - european:
Application number: JP19960081898 19960312
Priority number(s):

Abstract of JP9243867

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate handling at the time of producing a module and at the time of packaging a substrate by relatively positioning and fixing multi-fiber optical parts, a lens array and multi-fiber optical connector by guiding means.

SOLUTION: An optical module body 3 has mainly a PD array or LD array 7 as the multi-fiber optical parts. Guide pins 8 are fixed to a first flange by an insert mold for which, for example, an epoxy resin is used. A lens array 6 is airtightly fixed to a second flange by using low melting glass. The multi-fiber optical connector 2 is positioned by these guide pins 8 to make the beams emitted from the optical fibers 1 in the optical connector 2 incident on the lens array 6 fixed to the second flange. The first and second flanges are aligned so as to attain the max. light quantity while the beams are observed by a CCD camera, etc., from the rear side through the lens array 6. The flanges are then fixed by YAG laser welding, etc.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

特開平9-243867

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

技術表示箇所

G O 2 B 6/42

審査請求 未請求 請求項の数17 FD (全 9 頁)

(74)代理人 弁理士 伊藤 穰 (外1名)

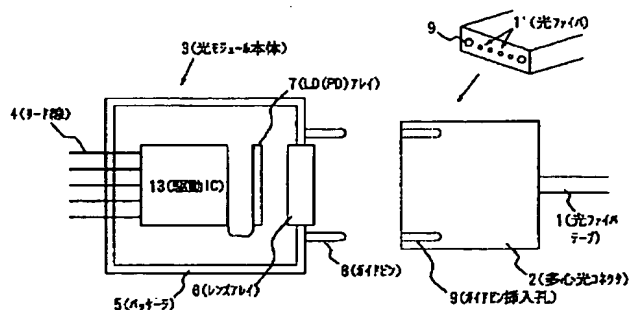
(54) 【発明の名称】 多心光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【解決手段】 多心光部品、レンズアレイ、多心光コネクタをガイド手段により相対的に位置決め固定させ、多心光コネクタと外付けの多心光コネクタとがレンズアレイを介して光学的に結合する構造を持つ多心光モジュール。 多心光部品がLDアレイ、PDアレイ、光導波路型デバイスのいずれか。 外付けコネクタをプッシュプルで着脱するアダプタハウジング。 多心光部品、レンズアレイ、多心光コネクタは2次元配列をなす。 レンズアレイ、ガイド手段は独立したフランジに固定され、フランジ同士が接合、又は同じフランジに固定。 ガイドピンを第1フランジに固定する第1工程、レンズアレイを第2フランジに気密固定する第2工程と、第1、2フランジを調心固定する第3工程と、一体化第1、第2フランジと多心光部品を調心固定する第4工程からなる製法。

【効果】 モジュール製造時や基板実装時に取扱いが容易。

〈本発明の基本構成〉



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多心光部品、レンズアレイ、及び多心光コネクタを位置決めするためのガイド手段が各々相対的に位置決め固定された多心光モジュールであって、前記多心光部品は、前記レンズアレイを介し、前記ガイド手段によって位置決めされる外付けの多心光コネクタに光学的に結合する構成をなすことを特徴とする多心光モジュール。

【請求項2】 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかであることを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項3】 前記ガイド手段は複数のガイドピンであることを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項4】 前記ガイド手段は複数のガイドピン挿入孔であることを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項5】 前記外付けの多心光コネクタをブッシュアップで着脱するアダプタハウジングを合わせ持つことを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項6】 前記多心光部品、レンズアレイ、多心光コネクタはそれぞれ2次元配列をなすことを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項7】 前記レンズアレイ及び前記ガイド手段はそれぞれ独立したフランジに固定され、更に前記二つのフランジ同士が接合された構成をなすことを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項8】 前記レンズアレイ及び前記ガイド手段は同じフランジに固定された構成をなすことを特徴とする請求項1記載の多心光モジュール。

【請求項9】 前記ガイド手段の形成部において、前記フランジは貫通孔を持たないことを特徴とする請求項8記載の多心光モジュール。

【請求項10】 ガイドピンを第1のフランジにピッチ精度良く固定する第1の工程と、レンズアレイを第2のフランジに気密固定する第2の工程と、前記第1のフランジと前記第2のフランジを調心固定する第3の工程と、一体化された前記第1、第2のフランジと多心光部品を調心固定する第4の工程からなることを特徴とする、多心光モジュールの製造方法。

【請求項11】 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかであることを特徴とする請求項10記載の多心光モジュールの製造方法。

【請求項12】 前記第1の工程は、ガイドピン間隔を精密に把持した状態でフランジと共にエポキシ樹脂を用いてインサート成形するものであることを特徴とする請求項10記載の多心光モジュールの製造方法。

【請求項13】 前記第1の工程は、ガイドピンピッチを精密に把持した状態でフランジに対して低融点ガラスを用いて固着するものであることを特徴とする請求項1

0記載の多心光モジュールの製造方法。

【請求項14】 前記第3の工程は、第1のフランジに固定されたガイドピンによって位置決めされた多心光コネクタから出射されたビームを、第2のフランジに固定されたレンズアレイを通して観察しながら第1、第2のフランジを調心固定するものであることを特徴とする請求項10記載の多心光モジュールの製造方法。

【請求項15】 レンズアレイをフランジに気密固定する第1の工程と、ガイドピンを前記レンズアレイに対して調心して前記フランジに接着固定する第2の工程と、前記フランジと多心光部品を調心固定する第3の工程からなることを特徴とする多心光モジュールの製造方法。

【請求項16】 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかであることを特徴とする請求項15記載の多心光モジュールの製造方法。

【請求項17】 前記第2の工程は、ガイドピンを挿入した多心光コネクタから出射されたビームをフランジに固定されたレンズアレイを通して観察しながら、前記ガイドピンを前記フランジに調心固定するものであることを特徴とする請求項15記載の多心光モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光通信分野において、複数の線路に同時に光信号を伝送する、並列光送受信モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 図3は従来のピグテール型モジュールを示す概略図である。図3に示すように、従来の多心光モジュールではモジュール本体3から光ファイバテープ1が突き出ており、その先端に多心光コネクタ2が取り付けられているピグテール型構造をなしていた。更に詳しくは、図3におけるモジュール本体内部の構造を示したのが図4である。即ち、LD(PD)アレイ7はレンズアレイ6を介し、光ファイバアレイ24と調心一体化されている。

【0003】 つまり、予め片端に光ファイバアレイ24、もう片端に多心光コネクタ2を取り付けた光ファイバテープ1を作成して用意する。モジュール本体3に両者を調心固定する構造になっている。尚、図4において、レンズアレイ6を介さず、直接LD(PD)アレイ7と光ファイバアレイ24とを突き合わせる構成(パッドジョイント)をとることもある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来のピグテール型光モジュールでは、光ファイバテープ部のハンドリングが各製造工程で難しいこと、特に、光ファイバテープ被覆は樹脂から構成されており、耐熱性に乏しく、更に洗浄の際にも耐溶剤性の問題があった。図10は従来のピグ

3

テール型の基板実装例を示す模式図である。図10に示されるように、配線基板19上に実装する場合においても、光ファイバテープ1の最適長は各基板、各実装位置によっても異なり、予め一定長に作られた光ファイバテープ部を基板上で巻き回す等の方法で余長処理するか、或いは、個々の最適長に合わせて注文生産とする必要があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題について種々検討した結果、多心光部品、レンズアレイ、及び多心光コネクタをガイド手段により相対的に位置決め固定させ、多心光部品と外付けの多心光コネクタとがレンズアレイを介して光学的に結合する構造とすることにより、モジュール製造時や基板実装時に取り扱いが容易になることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】すなわち、本発明は：

〔I〕多心光モジュールの構造について

(1) 多心光部品、レンズアレイ、及び多心光コネクタを位置決めするためのガイド手段が各々相対的に位置決め固定された多心光モジュールであって、前記多心光部品は、前記レンズアレイを介し、前記ガイド手段によって位置決めされる外付けの多心光コネクタに光学的に結合する構成をなすことを特徴とする多心光モジュールを提供する。また、(2) 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかである点にも特徴を有する。また、(3) 前記ガイド手段は複数のガイドピンである点にも特徴を有する。また、

【0007】(4) 前記ガイド手段は複数のガイドピン挿入孔である点にも特徴を有する。また、(5) 前記外付けの多心光コネクタをプッシュプルで着脱するアダプタハウジングを合わせ持つ点にも特徴を有する。また、(6) 前記多心光部品、レンズアレイ、多心光コネクタはそれぞれ2次元配列をなす点にも特徴を有する。また、(7) 前記レンズアレイ及び前記ガイド手段はそれぞれ独立したフランジに固定され、更に前記二つのフランジ同士が接合された構成をなす点にも特徴を有する。また、(8) 前記レンズアレイ及び前記ガイド手段は同じフランジに固定された構成をなす点にも特徴を有する。また、(9) 前記ガイド手段の形成部において、前記フランジは貫通孔を持たない点にも特徴を有する。また、

【0008】〔II〕多心光モジュールの製造方法

(1) ガイドピンを第1のフランジにピッチ精度良く固定する第1の工程と、レンズアレイを第2のフランジに気密固定する第2の工程と、前記第1のフランジと前記第2のフランジを調心固定する第3の工程と、一体化された前記第1、第2のフランジと多心光部品を調心固定する第4の工程からなる、多心光モジュールの製造方法を提供する。また、

4

【0009】(2) 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかである点にも特徴を有する。また、(3) 前記第1の工程は、ガイドピン間隔を精密に把持した状態でフランジと共にエポキシ樹脂を用いてインサート成形する点にも特徴を有する。また、(4) 前記第1の工程は、ガイドピンピッチを精密に把持した状態でフランジに対して低融点ガラスを用いて固着するものである点にも特徴を有する。また、(5) 前記第3の工程は、第1のフランジに固定されたガイドピンによって位置決めされた多心光コネクタから出射されたビームを、第2のフランジに固定されたレンズアレイを通して観察しながら第1、第2のフランジを調心固定するものである点にも特徴を有する。また、

【0010】(6) レンズアレイをフランジに気密固定する第1の工程と、ガイドピンを前記レンズアレイに対して調心して前記フランジに接着固定する第2の工程と、前記フランジと多心光部品を調心固定する第3の工程からなる、多心光モジュールの製造方法を提供する。また、(7) 前記多心光部品は、PDアレイ、LDアレイ、光導波路型デバイスのいずれかである点にも特徴を有する。また、(8) 前記第2の工程は、ガイドピンを挿入した多心光コネクタから出射されたビームをフランジに固定されたレンズアレイを通して観察しながら、前記ガイドピンを前記フランジに調心固定するものである点にも特徴を有する。

【0011】以下、多心光部品が主にPDアレイ又はLDアレイである場合につき、図面に基いて本発明を詳細に説明する。

(A) 多心光モジュールの構造

図1は本発明の多心光モジュールの基本構成を示す概略図である。図2はそのアダプタハウジング付きモジュールの例を示す概略図である。図1～2において、1は光ファイバテープ、1'は光ファイバ、2は多心光コネクタ、3は光モジュール本体、4はリード線、5はパッケージ、6はレンズアレイ、7はLD(PD)アレイ、8はガイドピン、9はガイドピン挿入孔、10はアダプタハウジング、11はハウジング嵌合部、12は押圧バネ、20は駆動ICである。

【0012】図3～4は従来のピクテール型モジュール並びにその内部を示す概略図である。図3～4において、1は光ファイバテープ、1'は光ファイバ、2は多心光コネクタ、3は光モジュール本体、4はリード線、5はパッケージ、6はレンズアレイ、7はLD(PD)アレイ、20は駆動IC、24は光ファイバアレイである。図3～4に示されるように、従来例では光ファイバアレイ13が調心固定されていた位置に、図1～2に示されるように本発明では外付けの多心光コネクタ2を精度良く位置合わせするためのガイド手段が精密に調心固定されている。本発明において、多心光コネクタ2のガ

5

イド手段としては2本のガイドピン8を用いるのが一般的である。この場合、光モジュール3側にはガイドピン8を固定しておくか或いはガイドピン挿入孔9を設けることになる(クレーム3、4)。

【0013】通常、ガイドピン8を用いての位置決め再現性は1 μ m以下の精度が得られる。このような構成を採ることにより、モジュール製造工程、基板実装工程共に、煩わしい光ファイバテープ部の取り回しが省ける効果がある。本発明の場合、光ファイバテープ1は基板実装段階の最後に多心光コネクタ2を嵌合することにより結線される。

【0014】(B) 多心光モジュールの基板実装
図8は本発明の基板実装例の1つを示す模式図である。図9は本発明の基板実装例の他の例を示す模式図である。図10は従来のピグテール型の基板実装例を示す模式図である。図8～10において、1は光ファイバテープ、2は光ファイバコネクタ、3はモジュール本体、4はリード線、13はアダプタ、14は外部ケーブル、15は両端コネクタ付き光ファイバテープ、16はバックボードアダプタ、17はアダプタハウジング付きモジュール、18は基板、19は配線基板である。

【0015】図8に示されるように、光ファイバテープの余長処理作業に関して云えば、本発明のように安価な両端多心光コネクタ付き光ファイバテープ15の長さを予め最適長に揃えることは、高価なピグテール型光モジュールにおいて光ファイバテープ長を予め最適長に揃えるよりも、余長処理を簡略でき、かつコスト面でも効果的である。更に、図9に示されるように、本発明の多心光モジュールでは、コネクタ結合のアダプタ部にバックボードアダプタ16を取り付けることにより、アダプタ部を強固にしておけば、アダプタハウジング付きモジュール17を配線基板18端部に配置し、直接に外部光ケーブル14と接続することも可能である(クレーム5)。

【0016】図10に従来のピグテール型モジュールにおける基板実装形態を示し、それに対して図8～9に本発明の多心光モジュールの基板実装形態を示し、両者を比較してその差を明確にする。図2は多心光コネクタをプッシュプルで着脱把持する機構を説明する模式図である。

【0017】図2において、多心光コネクタ2をプッシュプルで着脱把持するためのアダプタハウジング10を合わせ持たせている。これにより、光モジュール3に光コネクタ2を着脱する作業性が格段に向上する(クレーム5)。尚、プッシュプル型光コネクタ2'はガイド手段(ガイドピン8、ガイドピン挿入孔9)により精密に位置決めされるので、アダプタハウジング10自身にはさほど精度は要求されない(クレーム5)。さらに、図1～2に示すように、LD(PD)アレイ7、レンズアレイ6、多心光コネクタ2、2'の配列をそれぞれ2次

6

元配列することは高密度実装に有効である(クレーム6)。

【0018】(C) 多心光モジュールの製造方法

(i) 1つの製造例

図5～6は本発明の光モジュールの製造例の1つを示す概略図である。図7は本発明の光モジュールの他の製造例を示す概略図である。図5～7において、1は光ファイバ、2は光コネクタ、4はリード線、6はレンズアレイ、7はLD(PD)アレイ、8はガイドピン、20は駆動IC、21は光信号透過窓、22は第1のフランジ、23は第2のフランジである。本発明の光モジュールを実現するためには、レンズアレイ6とガイド手段(ガイドピン8、ガイドピン挿入孔9)とを相対的に精度良く位置合わせ固定する必要がある(クレーム1)。

【0019】図5～6の第1～4工程に示されるように、レンズアレイ6とガイド手段(ガイドピン8、ガイドピン挿入孔9)とを各々独立したフランジに固定し、両フランジを相対的に位置合わせした構造を採ると精度出しが容易にできる(クレーム7)。具体的には、第1工程でガイドピン8は第1のフランジ22に、例えば低融点ガラスにより固定するか、又はエポキシ樹脂を用いたインサートモールドにより固定するが、その固定時にこのピッチ幅を精密に保持することを要するし、第2工程でレンズアレイ6は第1のフランジ23に気密固定する(クレーム7)。

【0020】ガイド手段内部の限られた空間に、より多心のレンズアレイ6或いは光ファイバ1'を収容するためには、図6の第3工程に示されるように、レンズアレイ6とガイドピン8のようなガイド手段とは同じフランジに固定する構造が設計上有利である。特に、レンズの焦点距離が小さく、レンズアレイ6とコネクタ2端面との距離を大きくとれない場合にその作用は顕著である(クレーム8)。通常、光モジュールにおいては長期信頼性確保のため、LD又はPD素子は外部から気密封止される。この場合、プラスチック等の有機物はガス発生又は透過の恐れがあることから気密封止に適さないとして避けられ、専ら金属、セラミックス、ガラスなどが構成物として用いられる。

【0021】本発明の場合、図5の第2工程に示されるように、レンズアレイ6から内側にて気密封止することが特徴であるが、レンズアレイ6は金属フランジの窓孔部に対して低融点ガラスを用いて気密固着する手法が望ましい。一方、多心光コネクタ2のガイド手段をフランジの一部に形成する場合、有機系樹脂又は有機接着剤を用いるのが工程上容易である。このため、前述のレンズアレイ6とガイド手段を同一のフランジに固定する場合は、ガイド手段形成部においてフランジには貫通部を持たない構造が望ましい。図5～6において、ガイドピン8を第1のフランジ22にピッチ精度良く固定する第1の工程と、レンズアレイ6を第2のフランジ23に気密

固定する第2の工程と、前記第1のフランジ22と前記第2のフランジ23を調心固定する第3の工程と、一体化された前記第1、第2のフランジ22、23とLDアレレイ又はPDアレレイ7を調心固定する第4の工程からなる(クレーム10)。

【0022】尚、第1の工程と第2の工程とは順序が入れ替わっても構わない。第1工程において、ガイドピン8を第1のフランジ22に固定する方法としては、(i)ガイドピン8の間隔を精密に把持した状態で第1のフランジ22と共にエポキシ樹脂を用いてインサート成形する(クレーム11)か、或いは(ii)ガイドピン8のピッチを精密に把持した状態でフランジに対して低融点ガラスを用いて固着する(クレーム12)のが良い。第2工程において、レンズアレレイ6を第2のフランジ23に気密固定する方法は、前述のように低融点ガラスを用いるのが一般的である。

【0023】更に、第3工程において、第1、第2のフランジを調心固定する方法としては、第1のフランジ22に固定されたガイドピン8によって多心光コネクタ2を位置決めし、光コネクタ2内の光ファイバ1から出射されたビームを、第2のフランジ23に固定されたレンズアレレイ6を通して裏側から、例えばCCDカメラ等でビーム観察しながら最大光量となるように第1、第2のフランジ22、23を調心し、例えばYAGレーザ溶接等の手段にて固定するのが良い(クレーム13)。第4工程では、第1～3工程で組立られて光モジュールが完成する。

【0024】(ii) 他の製造例

図7は本発明の光モジュールの他の製造例を示す概略図である。レンズアレレイ6をフランジ20に気密固定する第1の工程と、ガイドピン8を前記レンズアレレイ6に対して調心して前記フランジ20に接着固定する第2の工程と、前記フランジ20とLDアレレイ又はPDアレレイ7を調心固定する第3の工程からなる(クレーム14)。ガイドピンを調心固定する方法としては、具体的には、ガイドピン8を挿入した多心光コネクタ2が、ガイドピン8先端にフランジを設けて、凹部等に落とし込んだ状態でコネクタ2内の光ファイバ1から出射されたビームをフランジに固定されたレンズアレレイ6を通して、裏側から例えばCCDカメラ等で観察しながら最大光量となるようにコネクタ位置を調心し、この状態で例えば有機接着剤等を用いてガイドピン6をフランジに固定し、十分硬化した後にガイドピン8をコネクタ2から引き抜くのが良い(クレーム15)。以上、多心光部品が主にPDアレレイ又はLDアレレイである場合に付き説明したが、多心光部品として光導波路型デバイスを用いた場合でもその基本的な考え方は全く共通である。図11は多心光部品として光導波路型デバイスを用いた時の構成例を示す模式図である。光導波路型デバイスとしては、例えば光合波、光分波等の受動デバイスや電気光学効果等を用

いた光スイッチや光変調器等の能動デバイスがある。図11におけるリード線4は能動デバイスの場合に必要となる。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の多心光モジュールは、モジュール製造時や基板実装時に取り扱いが容易になる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多心光モジュールの基本構成を示す概略図である。

【図2】図1における多心光モジュールにおいて、アダプタハウジング付きモジュールの例を示す概略図である。

【図3】従来のピクテール型モジュールを示す概略図である。

【図4】従来のピクテール型モジュール並びにその内部を示す概略図である。

【図5】本発明の光モジュールの製造例(第1～2工程)の1つを示す概略図である。

【図6】本発明の光モジュールの製造例(第3～4工程)の1つを示す概略図である。

【図7】本発明の光モジュールの他の製造例を示す概略図である。

【図8】本発明の基板実装例の1つを示す模式図である。

【図9】本発明の基板実装例の他の例を示す模式図である。

【図10】従来のピクテール型の基板実装例を示す模式図である。

【図11】多心光部品として光導波路型デバイスを用いた時の構成例を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 光ファイバテープ
- 1' 光ファイバ
- 2 多心光コネクタ
- 2' プッシュプル型光コネクタ
- 3 光モジュール本体
- 4 リード線
- 5 パッケージ
- 6 レンズアレレイ
- 7 LD(PD)アレレイ
- 8 ガイドピン
- 9 ガイドピン挿入孔
- 10 アダプタハウジング
- 11 ハウジング嵌合部
- 12 押圧バネ
- 13 アダプタ
- 14 外部ケーブル
- 15 両端コネクタ付き光ファイバテープ
- 16 バックボードアダプタ

9

10

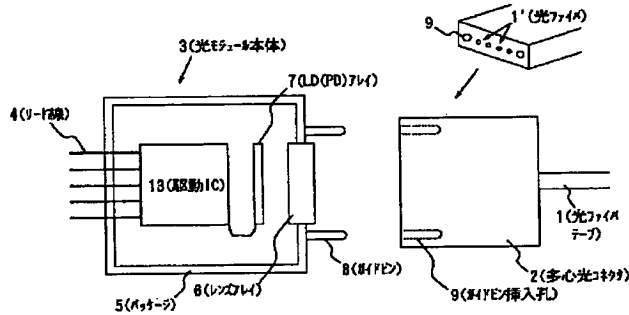
- 17 アダプタハウジング付きモジュール
18 基板
19 配線基板
20 駆動IC
21 光信号透過窓

- 22 第1のフランジ
23 第2のフランジ
24 光ファイバアレイ
25 ガイドピン固定部
26 光導波路型デバイス

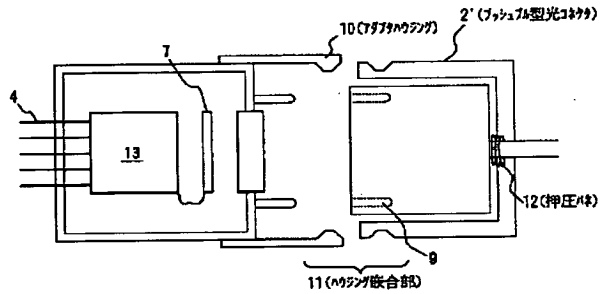
【図1】

【図2】

〈本発明の基本構成〉



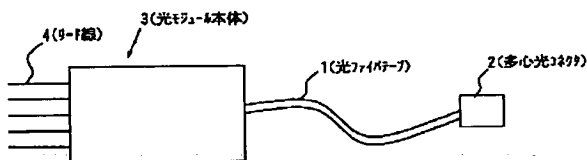
〈アダプタハウジング付の例〉



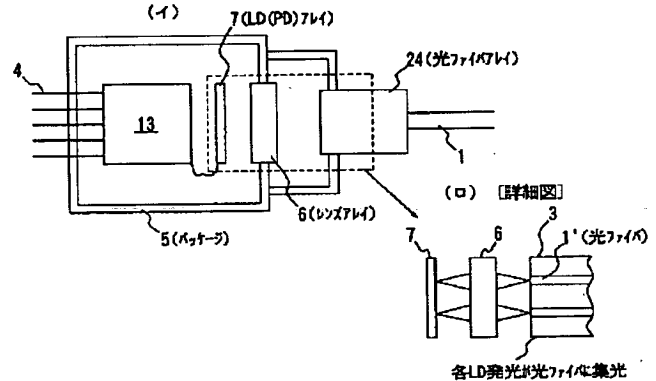
【図3】

【図4】

〈従来のビグテール型モジュール〉

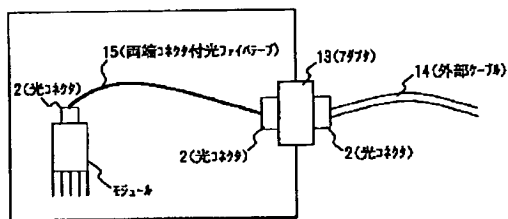


〈従来のビグテール型モジュール内部〉



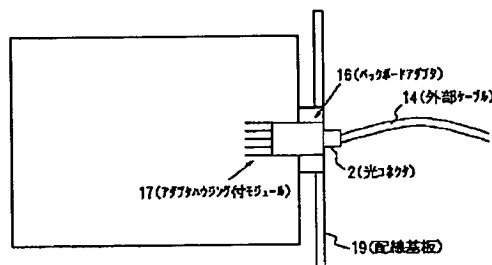
【図8】

〈本発明の基板実装例A〉

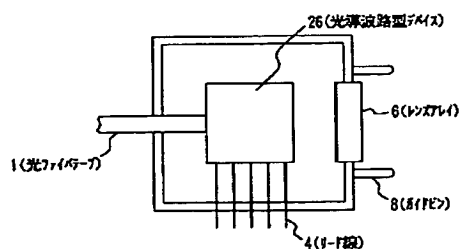


【図9】

〈本発明の基板実装例B〉



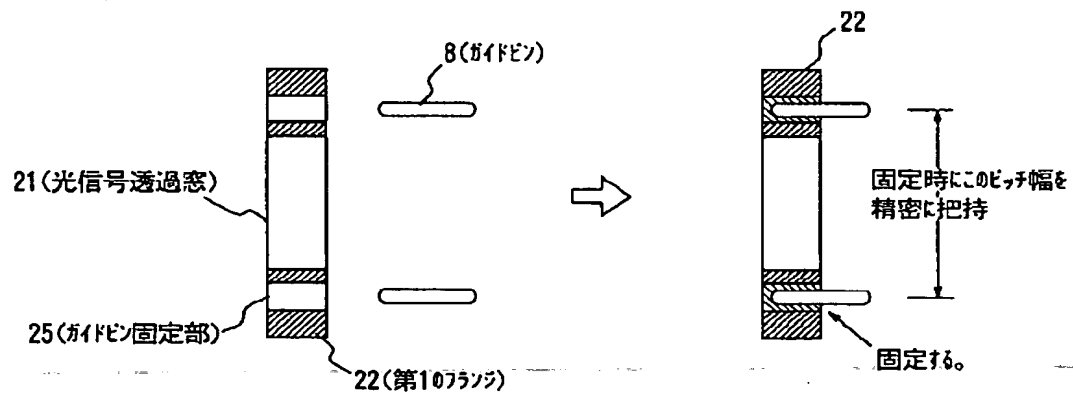
【図11】



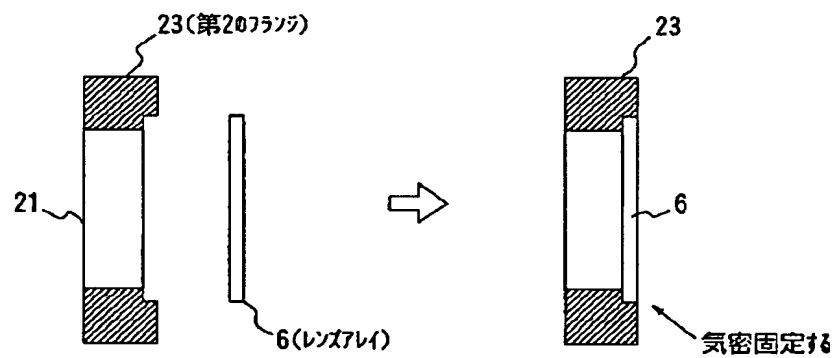
【図 5】

〈モジュール製造例 A〉

〔第 1 工程〕

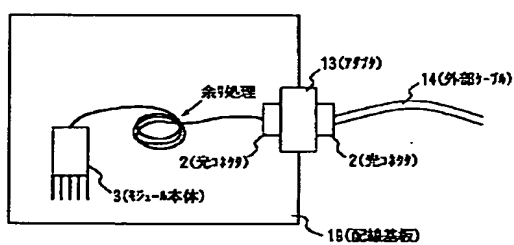


〔第 2 工程〕

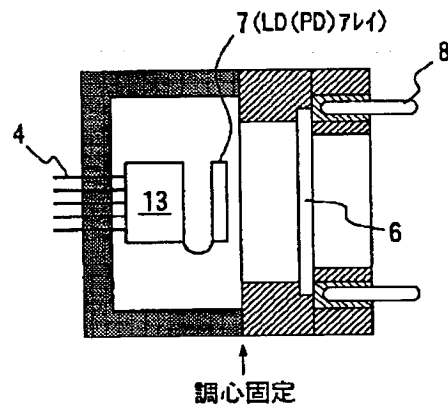
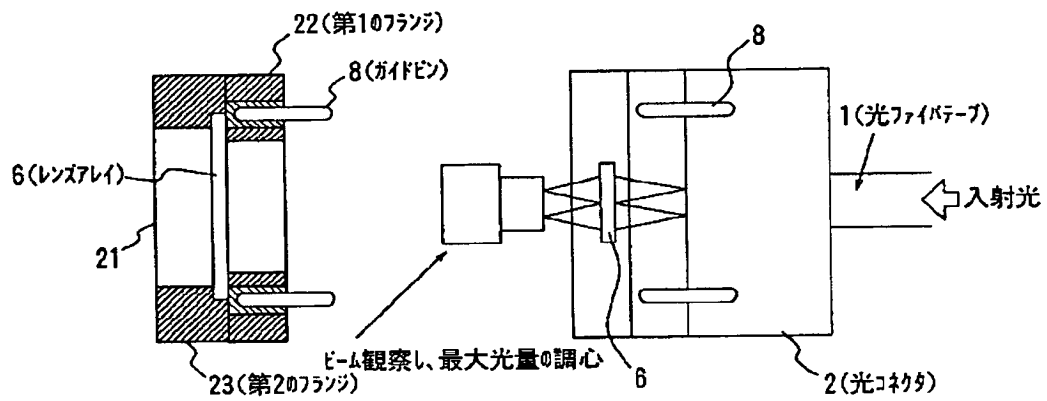


【図 10】

〈従来のピグテール型の基板実装例〉



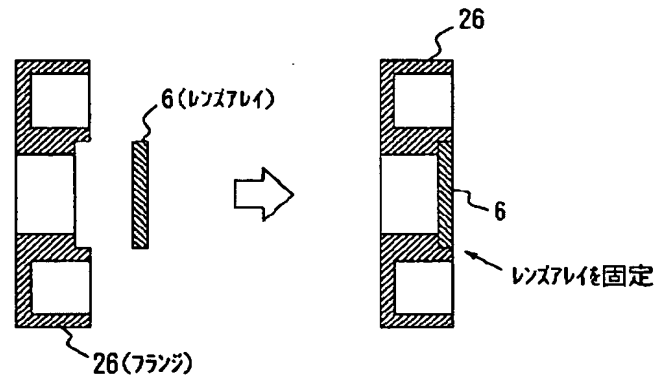
〈モジュール製造例A〉



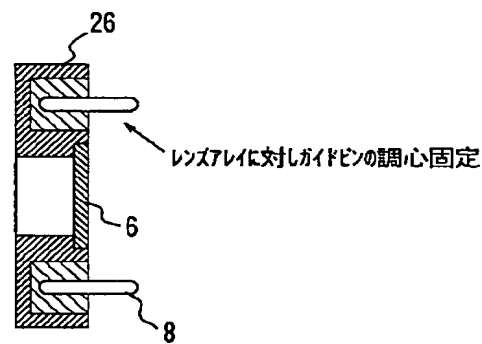
【図7】

〈モジュール製造例B〉

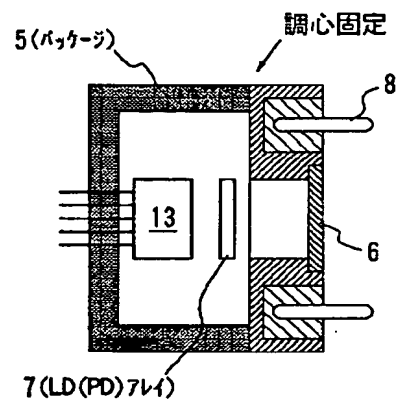
〔第1工程〕



〔第2工程〕



〔第3工程〕



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)